

Vestibüler Rehabilitasyona Güncel Bakış

Current Look at Vestibular Rehabilitation

İlke Coşkun Benlidayı

Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Adana

Özet

Vestibüler rehabilitasyon periferik ve santral vestibüler sistem hastalıklarında kullanılan bir tedavi yöntemidir. Vestibüler rehabilitasyonun amacı insan beynindeki adaptif ve kompensatuar mekanizmaları harekete geçirmektir. Başlıca endikasyonları, vestibüler hipofonksiyon ve benign paroksizmal pozisyonel vertigodur. Stabil olup henüz kompanzasyon mekanizması tamamlanmamış vestibüler sistem lezyonlarında önerilmektedir. Spesifik ve spesifik olmayan tedavi yöntemleri bulunmaktadır. Spesifik tedavi yöntemleri arasında habitüasyon, adaptasyon, substitüsyon ve otolitlerin yeniden pozisyonlandırılması gelirken, spesifik olmayan metotlar arasında endurans egzersizleri, yürüme ve denge ile ilgili spesifik kas gruplarının güçlendirilmesi gelmektedir. Vestibüler rehabilitasyonda uygulanan diğer tedavi seçenekleri vibrotaktik geri besleme, sanal gerçeklik ve vestibüler elektriksel stimülasyondur. Vestibüler rehabilitasyon, dalgalanma gösteren vestibüler kayıplarda, devam eden labirent patolojilerinde ve yavaş progresyon gösteren bir tümör varlığında faydasızdır.

ANAHTAR KELİMELEER: Vertigo, vestibüler hipofonksiyon, vestibüler rehabilitasyon

Abstract

Vestibular rehabilitation is a treatment method which is used for peripheral and central vestibular system disorders. The aim of vestibular rehabilitation is to activate the adaptive and compensatory mechanisms in the brain. The main indications are vestibular hypofunction and benign paroxysmal positional vertigo. It is recommended in stable vestibular lesions with incomplete compensation mechanism. There are specific and non-specific treatment options. Specific treatment methods include habituation, adaptation, substitution and otolith repositioning, whilst non-specific methods are endurance exercises and strengthening of the specific muscle groups related to ambulation and balance. Other treatment options used in vestibular rehabilitation are vibrotactile feedback, virtual reality and vestibular electrical stimulation. Vestibular rehabilitation techniques are not beneficial in fluctuant vestibular loss, ongoing labyrinth pathologies and slow progressing tumors.

KEYWORDS: Vertigo, vestibular hypofunction, vestibular rehabilitation

Giriş

Vestibüler sistem temel olarak santral ve periferik bileşenler olmak üzere ikiye ayrılır. Periferik vestibüler sistem bilateral konumlanmış 3 semisirküler kanal ve otolitik organlardan (utrrikulus ve sakkulus) oluşur. Semisirküler kanallar birbirleriyle dik açı yapacak şekilde uzayın 3 farklı planında konumlanmıştır (Resim 1). Rotasyonel baş hareketlerini algırlar. Diğer yandan, utrrikulus lineer akselasyona ve sakkulus ise yerçekimine cevap verme görevini üstlenir. Bu vestibüler organlar uyarıldıklarında santral vestibüler sistemi stimüle ederler. Bu stimülasyon, proprioseptif ve oküler inputlarla birlikte vestibüler nükleus gibi santral vestibüler yollar tarafından işleme tabi tutulur. Bu sayede denge ve pozisyon duyusunun devamı sağlanır.

Periferik vestibüler sistem ile ilişkili hastalıklar VIII. kranial sinir ve distalindeki yapıları ilgilendirir. Benign paroksizmal pozisyonel vertigo (BPPV), Meniere sendromu, vestibüler nörit, labirentit, vestibüler schwannoma, perilenfatik fistül, superior semisirküler kanal dehissansı sendromu ve ilişkili yapıları ilgilendiren travmalar periferik vestibüler sistem hastalıklarındadır. Santral vestibüler sistem ile ilgili bozukluklar arasında ise vestibüler migren, vertebrobaziller iskemi ve vertebrobaziller yetmezlik yer alır.

Vestibüler sistem ile ilgili patolojiler vertigo, presenkop veya dengesizlik ile sonuçlanır ve ilişkili semptomlar genel olarak baş dönmesi veya sersemlik hissi şeklinde ifade edilir (1). Birçok vestibüler sistem lezyonu benign karakterdedir ve vestibüler kompanzasyon mekanizmaları ile spontan rezolüsyona girer (2).

Vestibüler rehabilitasyon, insan beynindeki adaptif ve kompensatuar mekanizmaları harekete geçirmeyi hedefleyen bir tedavi yöntemidir. İlk kez Cawthorne ve Cooksey tarafından cerrahiye ya da kafa travmasına bağlı labirent yaralanması olan hastalarda kullanılmıştır (3, 4).

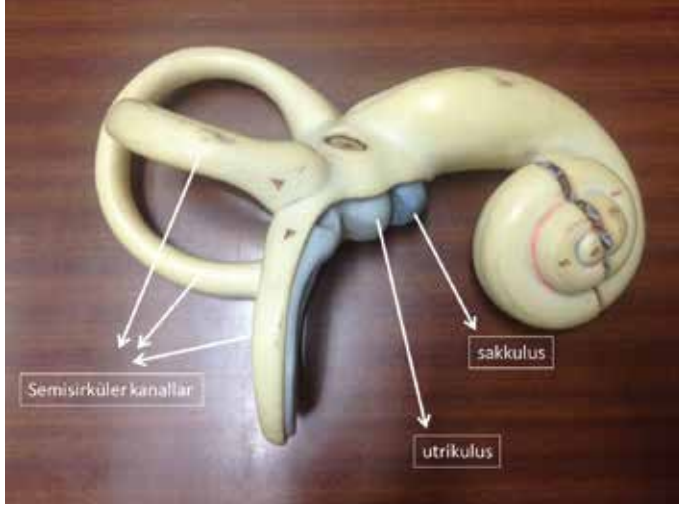


Yazışma adresi / Correspondence to: Dr. İlke Coşkun Benlidayı, Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Adana, Türkiye

Tel. / Phone: +90 322 338 60 60 e.posta / e.mail: icbenlidayi@hotmail.com

Geliş Tarihi / Received: 22.05.2014 • Kabul Tarihi / Accepted: 07.07.2014

©Telif Hakkı 2014 Adnan Menderes Üniversitesi Tıp Fakültesi - Makale metnine www.adutfd.org web sayfasından ulaşılabilir. / ©Copyright 2014 by Adnan Menderes University Faculty of Medicine - Available online at www.adutfd.org



Resim 1. Vestibüler sistem anatomisi

Tablo 1. Vestibüler rehabilitasyonun endike ve kontrendike olduğu durumlar

Endikasyonları	Kontrendikasyonları
Santral, periferik ya da mikst tip vestibüler sistem lezyonları	Stabil olmayan vestibüler lezyonlar
Stabil olup kompanzasyon mekanizması henüz tamamlanmamış vestibüler lezyonlar	Devam eden bir labirent patolojisi
Vestibüler semptomların eşlik ettiği kafa travması olguları	Egzersiz tabloyu kötüleştirdiği hastalıklar
Psikojenik vertigo (panik atak ya da anksiyete bozukluğunda)	
Yaşlılıkla ilişkili vertigo	

Vestibüler rehabilitasyon öncesi değerlendirme

Hastanın anamnezi ile ilk değerlendirme başlar. Baş dönmesi veya instabilitenin başlangıç yeri ve zamanı, hangi pozisyonlarda artıp azaldığı sorgulanmalıdır. Ek olarak, son 6 ay içerisindeki düşme sıklığı belirlenmelidir. Klinik değerlendirmede denge tarama testlerinden tek bacak üzerinde durma testi ve zamanlı kalk ve yürü testi yapılmalıdır. Baş ve boyun hareketleri ile semptomların ilişkisi değerlendirilmelidir. Romberg testi ve Dix-Hallpike testlerine verilen cevaba bakılmalıdır.

Vestibüler rehabilitasyonun endikasyon ve kontrendikasyonları Tablo 1'de belirtilmektedir.

Vestibüler rehabilitasyon yöntemleri

1- Spesifik yöntemler:

- Habitüasyon (Alıştırma): Sistematik olarak semptomları provoke ederek iletmeyi hedefler.
- Adaptasyon: Spesifik bir hata sinyaline karşı vestibüler sistemin nöral cevabını indüklemeyi/nöronal cevabı değiştirmeyi hedefler (5).
- Substitüsyon: Kaybolan veya etkilenmiş vestibüler fonksiyonlarla alternatif stratejilerin yer değiştirmesi esasına dayanır (6, 7).
- Uzaysal oryantasyon
- Otolitlerin yeniden dağılım ve yeniden pozisyonlandırılmasını hedefleyen egzersizler
- Ekolojik fonksiyonel stabilite egzersizleri

2- Spesifik olmayan yöntemler:

- Endürans egzersizleri
- Denge ve yürüme ilgili spesifik kas gruplarının güçlendirilmesi (6)

Vestibüler rehabilitasyon uygulamaları iki ana kategoride incelenir: vestibüler hipofonksiyon için kullanılan fizik tedavi uygulamaları (vestibüler rehabilitasyon terapisi) ve BPPV için uygulanan kanalit pozisyonlaması (2).

1- Vestibüler hipofonksiyon rehabilitasyonu:

Vestibüler rehabilitasyon terapisinin hedefleri bakış stabilitesini artırmak, postüral stabiliteyi artırmak, vertigoyu engellemek ve günlük yaşam aktivitelerini iyileştirmektir (2, 8).

a) Bakış stabilitesinin artırılması: Vestibüler patolojilerdeki bakış instabilitesinin nedeni baş hareketlerine karşı vestibüler yanıtın azalmış olmasıdır. Bakış stabilitesini artırmak üzere vestibüler adaptasyon ve substitüsyon teknikleri kullanılır. Vestibüler adaptasyon için en iyi uyarı retinal kaymadır (baş hareketlerine bağlı olarak retina üzerinde meydana gelen görüntü hareketi). Retinal kaymayı indüklemenin en iyi yolu da bakış bir hedefe fiske edilirken başın horizontal ve vertikal olarak hareket ettirilmesidir. Mümkünse bu hedefin başın tersi yönünde hareket eden bir obje olması istenir. Baş döndürme egzersizleri gövdeyi de eş zamanlı döndürerek tekrarlanır. Aynı egzersiz bir kez de yürüme sırasında tekrar edilir. Vestibüler adaptasyon egzersizleri, günde 4-5 kez toplamda günde 20-40 dakika şeklinde uygulanır. Substitüsyon yönteminde diğer göz hareketlerinin düzenlenmesi amacıyla sakkad (gözün kısa ve hızlı hareketi) modifikasyonu ve gözlerle takip/hayali takip yöntemleri kullanılır.

b) Postüral stabilitenin artırılması: Postüral stabilite bakış stabilitesinden daha yavaş gelişir. Postüral stabilitenin ana mekanizması görsel ve somatosensoryel ipuçlarına olan güvenin artırılması ve bununla ilişkili olarak da vestibüler cevapların iyileştirilmesidir. Bu amaçla tek ayak üzerinde durma, iki ayak ucuca ve kollar önde iken ayakta durma, öne-arkaya yalpalama ve olduğu yerde adım atma egzersizleri yapılır. Kimi hastalarda postür, görsel inputlardan (ör. caddeden geçen bir araba) olumsuz etkilenir ve kişinin stabilitesi bozulur (2). Bu hastalarda denge egzersizleri optokinetik stimülasyon eşliğinde yapılmalıdır (9). Diğer yandan, özellikle bilateral vestibüler sistem hastalığı olanlarda somatosensoryel ipuçları daha ön plana çıkmaktadır. Bu sebepten dolayı, bu tip hastalar, çeşitli yüzeylerde (halı, köpük, hareketli zemin, vb.) ayakta dururken veya oturur vaziyette egzersizlerini yapmalıdırlar. Bir yardımcı cihazın oluşturacağı hafif dokunma hissi (mekanik destek olmaksızın) somatosensoryel bir ipucu sağlamaktadır ve postüral kontrol için güçlü bir duysal referanstır. Bu nedenle, 65 yaş üzeri ve bilateral vestibüler sistem patolojisi olan hastalarda yardımcı cihaz önerilir. Bununla birlikte, kişilerin bu yardımcı cihazlara bağımlı hale gelmemesine de özellikle dikkat edilmelidir (2). Postüral stabiliteyi artırmanın bir diğer yolu normal postüral stratejileri (ayak bileği, kalça ve adım alma) devreye sokabilmektir. Postüral stratejiler, farklı bileşenleri kolektif bir yapı içinde postürü sağlamak amacıyla organize ederler. Ayak bileği stratejisi, dar bir alanda öne-arkaya, sağa-sola yalpalama hareketleri yapılarak geliştirilebilir. Kalça stratejisini ön plana çıkarmak için adım atmadan gövdeyi hızla öne ve arkaya yalpalama egzersizi yapılabilir. Adım alma stratejisi ise görsel bir hedef üzerinde yürüyerek geliştirilebilir (10).

c) Vertigonun engellenmesi: Öncelikle hareket duyarlılık testiyle vertigoya neden olan hareketler belirlenir. Provake edici hareketlere tekrarlayıcı maruziyet ile bu hareketlere verilen cevabın azaltılması

(habitüasyon) hedeflenir. Genellikle 4-6 hafta içinde dramatik bir düzelme sağlanır (10, 11).

d) Günlük yaşam aktivitelerinin iyileştirilmesi: Vestibüler rehabilitasyon terapisinde sonuç olarak hedeflenen durum, hastanın günlük yaşamındaki tüm aktivitelerini yapabilmesine imkan sağlar. Bu nedenle, kişi normal hayatına tam olarak dönüş yapmadıkça, tedavi tamamlanmamış olarak düşünülmelidir. Bu amaçla, ani ve keskin dönüşlerle yapılan yürüme eğitimi, oturma ve kalkma egzersizleri yapılmalıdır. Önerilen tüm egzersizler kişinin günlük aktivitelerine entegre edilmelidir. Koordine göz, baş ve gövde hareketleri gerektiren golf, bowling, tenis ve hentbol gibi sporlar önerilmektedir.

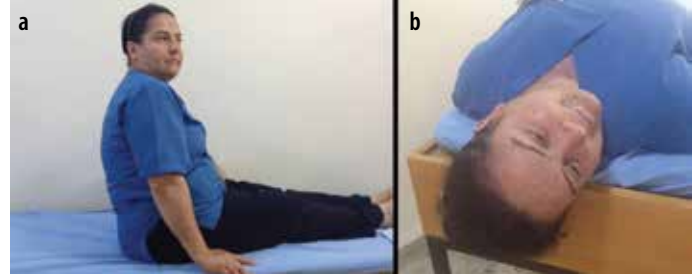
Yakın zamanda yayınlanmış olan bir Cochrane derlemesinde vestibüler rehabilitasyon terapisinde kullanılan 3 yöntemin (habitüasyon, adaptasyon, substitüsyon) unilateral vestibüler hipofonksiyondaki etkinlikleri değerlendirilmiştir. 2011 yılında yayınlanan bu derlemede, 21 çalışmaya yer verilmiştir. Unilateral periferik vestibüler sistem disfonksiyonunda vestibüler rehabilitasyon ile kontrol (plasebo vb.) ve diğer tedavi yöntemlerinin etkinlikleri (farmakolojik) karşılaştırılmıştır. Vestibüler rehabilitasyon terapisinin etkin ve iyi tolere edilen bir yöntem olduğu, vestibüler schwannoma rezeksiyonu ya da vestibüler nörit sonrası akut dönemde etkin olduğu, yürüme denge, günlük yaşam aktiviteleri, baş hareketleri esnasındaki vizyon ve yaşam kalitesi üzerinde olumlu etkiler yarattığı ve bu olumlu etkilerin rehabilitasyon programının sonlandırılmasını takip eden birkaç ay boyunca devam ettiği bildirilmiştir (12).

2- Benign paroksizmal pozisyonel vertigo rehabilitasyonu:

Benign paroksizmal pozisyonel vertigo (BPPV) periferik vestibüler bozukluklara bağlı vertigonun en sık görülen nedenidir. Özellikle yaşlılarda daha sık görülür (13). Baş dönmesi atakları kısa sürer, baş pozisyonundaki değişikliklerle (özellikle vertikal planda) provake olur. Klinik pratikte en sık görülen BPPV posterior semisirküler kanal orijinli olmaktadır (14). Tüm vakaların %85'ini oluşturur (6).

Bu hastalıkta görülen vertigo ve nistagmus kanallolitiyazis ve kupulolitiyazis olmak üzere iki farklı teoriyle açıklanır (15). Kupulolitiyazis teorisine göre, otolitik organlardan kaynaklanan otokonyalar posterior semisirküler kanaldaki kupulaya yapışmakta ve onu endolenften daha ağır hale getirmektedir. Bununla ilişkili olarak, kupula yerçekimine (lineer akselerasyonlara) hassas hale gelmektedir (14, 16). Kanallolitiyazis teorisine göre, otokonyalar semisirküler kanal içindeki endolenfte serbest olarak yüzer ve bir iritasyon kaynağı olarak görev yapar (15). Bu tip vertigoyu tetikleyen manevra Dix ve Hallpike tarafından tanımlanmıştır (17). Posterior semisirküler kanalı, kupula kanal segmentinin yukarısında kalacak şekilde konumlayan bu manevra ile otokonyalar buldukları noktadan yerçekiminin etkisiyle aşağı doğru hareket ederler. Bu hareket kupula üzerinde hidrokinamik bir çekme etkisi yaratır. Manevra sonrası rotatuar nistagmus veya vertigonun gözlenmesi BPPV tanısını koydurur (Resim 2).

Otokonik debrisin posterior semisirküler kanaldan yeniden utriküle yerleştirilmesi iki terapötik manevra ile sağlanır (6). İlk manevra Epley tarafından tanımlanmıştır (18). Manevra nistagmusa yol açan Dix-Hallpike pozisyonlamasıyla başlar. Nistagmus bittikten sonra baş 90° karşı tarafa (karşı taraf Dix-Hallpike pozisyonlaması) çevrilir. 30 saniye süre ile beklenip hastanın vücudu lezyonun karşı tarafına çevrilip tekrar 30 saniye beklenir. Hasta sonra oturur konuma alınıp baş öne eğilip 30 saniye daha beklenir. Son olarak, baş orta hatta geri çevrilir (Resim 3). Kişinin semptomlarının gerilediği gözlenir (6). Orijinal prosedüre göre bu manevra sonrası kişinin 48 saat süreyle otu-



Resim 2. a, b. Dix-Hallpike manevrası (Manevranın aşamaları sırasıyla Resim 2a ve Resim 2b'de gösterilmektedir.)



Resim 3. a-f. Epley manevrası (Manevranın aşamaları sırasıyla Resim 3a ile Resim 3f arasında gösterilmektedir.)

rur/yarı oturur pozisyonda durması, 5 gün süreyle de etkilenen tarafa yatmaması istenir. Ancak 2012 yılında yayınlanan, 11 çalışmayı içeren bir Cochrane derlemesinde bu önlemlerin ek fayda sağladıkları ancak opsiyonel oldukları belirtilmektedir (19). İkinci terapötik manevra olan Semont's manevrası kupulolitiyazis teorisine dayanır (13). Amaç, kupulaya yapışık olduğu düşünülen otokonyaların serbestleştirilmesidir. Hasta muayene masasının ortasında oturur pozisyonda iken etkilenen tarafa doğru hızla yatırılır, yüz yukarı çevrilir. Sonrasında hızla ters tarafa doğru yatırılır (hasta 180° hareket ettirilir) ve yüz aşağıya bakar konumdadır. Bu pozisyonda 5 dakika tutulduktan sonra hasta tekrar oturur pozisyona getirilir (Resim 4).

Bu tip hastaların rehabilitasyonunda ev egzersiz programları da önerilmektedir. Brandt-Daroff egzersizleri olarak bilinen bu habitüasyon yönteminde amaç vertigoyu indükleyen hareketleri iki hafta boyunca günde 3 kez tekrarlayarak kişiyi bu duruma alıştırmaktır (20, 21). Brandt-Daroff egzersizlerinin vertigoyu azalttığı fakat bir komplikasyon olan multikanal BPPV'ye neden olabileceği bildirilmektedir. Ek olarak, bu egzersiz programı rekürrensleri engellememektedir (22).

Vestibüler rehabilitasyonda uygulanan diğer tedavi seçenekleri arasında vibrotaktil geri besleme cihazları, sanal gerçeklik ve vestibüler elektriksel stimülasyon yer alır (23, 24).

Vestibüler rehabilitasyonda iyileşmeyi etkileyen faktörler

Santral etkili ilaçlar (vestibüler supresanlar, antidepresanlar, trankelezanlar, antikonvülzanlar) iyileşme için gereken ortalama tedavinin artmasına neden olur. Vertigoya neden olan hareketlerin, görsel ya da somatosensöriyel girdilerin hasta tarafından vertigoya neden olduğu gerekçesiyle sürekli engellenmesi iyileşmeyi geciktirir. Dalgalanma gösteren vestibüler kayıplarda (Meniere hastalığı), inkomplet



Resim 4. a-d. Semont's manevrası (Manevranın aşamaları sırasıyla Resim 4a ile Resim 4d arasında gösterilmektedir.)

hasar durumunda, devam eden labirent patolojisi ya da yavaş progresyon gösteren bir tümör varlığında egzersiz yöntemleri faydasızdır. Mikst lezyonu olan veya serebellum hasarı olan hastalar iyileşme için daha uzun tedavi sürelerine ihtiyaç duyarlar (5, 25, 26). Kafa travması olan hastalarda ise iyileşme potansiyelinin daha az olduğu bildirilmektedir (11, 27).

Vestibüler rehabilitasyon sonrası hasta takibi:

Klinikte uygulanan manevralar sona erdiğinde hastaya ev egzersiz programı verilmelidir. Sonrasında hasta bir iki haftada bir olacak şekilde takiple çağrılmalıdır. Takip değerlendirmelerinde spesifik sorunlar üzerinde durulmalıdır. Baş dönmesi yaşamadan bir egzersizin yapılabilir olması hastanın ilerleme gösterdiği anlamına gelir (10). Böyle bir durumda, daha komplike egzersizlere geçilebilir. Bir egzersizin kişide bulantı ya da kusmaya neden olduğu tespit edilirse, programdaki bir önceki egzersize dönülmesi gerekir. Halen şikayetler devam ediyorsa ancak o durumda anti-emetikler tercih edilebilir (2).

Sonuç

Vestibüler rehabilitasyon, çok çeşitli vestibüler sistem patolojilerinin tedavisinde kullanılan güvenli ve etkin bir tedavi yöntemidir. Vestibüler rehabilitasyon uygulamaları, kişilerin aktif yaşama kazandırılması ve yaşam kalitelerinin artırılması bakımından ciddi öneme sahip olup, bunun yanı sıra, iyileşme sürecini hızlandırması ve gereksiz ilaç kullanımını engellemesinden dolayı tedavi maliyetlerini de düşürmektedir.

Hakem değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar çatışması: Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Finansal Destek: Yazar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Conflict of Interest: No conflict of interest was declared by the author.

Financial Disclosure: The author declared that this study has received no financial support.

Kaynaklar

1. Thompson TL, Amedee R. Vertigo: a review of common peripheral and central vestibular disorders. *Ochsner J* 2009;9:20-6.
2. Han BI, Song HS, Kim JS. Vestibular rehabilitation therapy: review of indications, mechanisms, and key exercises. *J Clin Neurol* 2011;7:184-96. [CrossRef]
3. Cawthorne T. Vestibular injuries. *Proc R Soc Med* 1946;39:270-3.
4. Cooksey FS. Rehabilitation in vestibular injuries. *Proc R Soc Med* 1946;39:273-8.
5. Shepard NT, Telian SA, Smith-Wheelock M, Raj A. Vestibular and balance rehabilitation therapy. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1993;102:198-205. [CrossRef]
6. Boyer FC, Percebois-Macadré L, Regrain E, Lévêque M, Taïar R, Seidermann L, et al. Vestibular rehabilitation therapy. *Neurophysiol Clin* 2008;38:479-87. [CrossRef]
7. Porciuncula F, Johnson CC, Glickman LB. The effect of vestibular rehabilitation on adults with bilateral vestibular hypofunction: a systematic review. *J Vestib Res* 2012;22:283-98.
8. Herdman SJ. Advances in the treatment of vestibular disorders. *Phys Ther* 1997;77:602-18.
9. Pavlou M. The use of optokinetic stimulation in vestibular rehabilitation. *JNPT* 2010;34:105-10.
10. Pavlou M, Shumway-Cook A, Horak FB, Yardley L, Bronstein AM. Rehabilitation of balance disorders in the patient with vestibular pathology. In: Bronstein AM, Brandt T, Woollacott MH, Nutt JG. *Clinical Disorders of Balance, Posture and Gait*, 2nd ed. Arnold, London, 2004:317-43.
11. Shepard NT, Telian SA, Smith-Wheelock M. Habituation and balance retraining therapy. A retrospective review. *Neurol Clin* 1990;8:459-75.
12. Hillier SL, McDonnell M. Vestibular rehabilitation for unilateral peripheral vestibular dysfunction. *Cochrane Database Syst Rev* 2011;16:CD005397.
13. Herdman SJ. Vestibular rehabilitation. *Curr Opin Neurol* 2013;26:96-101. [CrossRef]
14. Yardımcı S, İncesulu A, Kuran G, Kurukahvecioğlu S, Erkam Ü. Posterior Semisirküler Kanal Orijinli Benign Paroksizmal Pozisyonel Vertigoda Modifiye Epley Manevrasının Etkinliği. *K.B.B ve BBC Dergisi* 2002;10:8-15.
15. Hall SF, Ruby RR, McClure JA. The mechanics of benign paroxysmal vertigo. *J Otolaryngol* 1979;8:151-8.
16. Schuknecht HF. Cupulolithiasis. *Arch Otolaryngol* 1969;90:765-78. [CrossRef]
17. Dix MR, Hallpike CS. The pathology symptomatology and diagnosis of certain common disorders of the vestibular system. *Proc R Soc Med* 1952;45:341-54.
18. Epley JM. The canalith repositioning procedure: for treatment of benign paroxysmal positional vertigo. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1992;107:399-404.
19. Hunt WT, Zimmermann EF, Hilton MP. Modifications of the Epley (canalith repositioning) manoeuvre for posterior canal benign paroxysmal positional vertigo (BPPV). *Cochrane Database Syst Rev* 2012;4:CD008675.
20. Brandt T, Daroff RB. Physical therapy for benign paroxysmal positional vertigo. *Arch Otolaryngol* 1980;106:484-5. [CrossRef]
21. Amor-Dorado JC, Barreira-Fernández MP, Aran-Gonzalez I, Casariego-Vales E, Llorca J, González-Gay MA. Particle repositioning maneuver versus Brandt-Daroff exercise for treatment of unilateral idiopathic BPPV of the posterior semicircular canal: a randomized prospective clinical trial with short- and long-term outcome. *Otol Neurotol* 2012;33:1401-7. [CrossRef]
22. Helminski JO, Janssen I, Hain TC. Daily exercise does not prevent recurrence of benign paroxysmal positional vertigo. *Otol Neurotol* 2008;29:976-81. [CrossRef]
23. Pavlou M, Kanegaonkar RG, Swapp D, Bamiou DE, Slater M, Luxon LM. The effect of virtual reality on visual vertigo symptoms in patients with peripheral vestibular dysfunction: a pilot study. *J Vestib Res* 2012;22:273-81.
24. Carmona S, Ferrero A, Pianetti G, Escolá N, Arteaga MV, Frankel L. Galvanic vestibular stimulation improves the results of vestibular rehabilitation. *Ann N Y Acad Sci* 2011;1233:E1-7. [CrossRef]
25. Telian SA, Shepard NT, Smith-Wheelock M, Kemink JL. Habituation therapy for chronic vestibular dysfunction: preliminary results. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1990;103:89-95.
26. Keim RJ, Cook M, Martini D. Balance rehabilitation therapy. *Laryngoscope* 1992;102:1302-7. [CrossRef]
27. Furman JM, Balaban CD, Pollack IF. Vestibular compensation in a patient with a cerebellar infarction. *Neurology* 1997;48:916-20. [CrossRef]